



8

**TABLA DE INTENSIDADES  
MÁXIMAS ADMISIBLES  
EN SERVICIO  
PERMANENTE**

## 8.1 CONDICIONES DE INSTALACIÓN

En las tablas 6 a 9 se dan las intensidades máximas admisibles en régimen permanente para los cables con conductores de cobre o aluminio, con aislamientos de EPR o PRC (XLPE), unipolares o tripolares, bien instalados al aire o enterrados, para cables de Media Tensión (1,8/3 kV a 18/30 kV). Los valores indicados (\*) están determinados según el sistema de cálculo de la Publicación IEC - 287 (traducida a Norma UNE - 21144). En consecuencia, debe tenerse presente que, a esas intensidades, la temperatura a que se ve sometido el conductor es: 90° C.



También es necesario tener en cuenta que estos valores de intensidad están bajo las siguientes **condiciones de instalación:**

### CABLES ENTERRADOS

Cable tendido en tubos a una profundidad de 0,7 metros, siendo la resistividad térmica del terreno: 2,5 K·m/W y una temperatura del terreno de 25° C.

### CABLES AL AIRE

Una terna de cables unipolares en contacto mutuo, o un cable bipolar o tripolar dispuestos de forma que entre ellos se logre una eficaz renovación del aire, una temperatura ambiente de 40° C y no expuestos a la luz solar.

Para ambos casos, si las condiciones que se nos pudieran dar no se ajustasen exactamente a los modelos arriba indicados como referencia, deben aplicarse los correspondientes factores de corrección de las páginas siguientes, donde se reflejan las condiciones más comunes y usuales.

Salvo algunos coeficientes, como los aplicables a temperaturas menores a las de referencia indicadas o bien resistividades





térmicas inferiores a la expresada como tipo que aumentan la intensidad máxima admisible de las tablas 6 a 9, el resto de los coeficientes hace disminuir a veces de forma muy importante la intensidad dada como máxima, sobre todo cuando intervienen varias condiciones que evidentemente hay que encadenar.

Para los cables de Baja Tensión, la aplicación seguirá los mismos valores de corrección que los indicados; si bien, además, tiene suma importancia tener presentes las caídas de tensión, siendo frecuente tener que aumentar la sección del conductor en longitudes medianas o largas para una intensidad que podría circular por secciones más pequeñas.



**(\*) NOTA:** Es de suma importancia recordar, respecto a las intensidades que figuran para cada sección y tanto si la instalación es aérea como subterránea, que el valor indicado es el máximo permisible en régimen permanente y que para esa intensidad el conductor tomará una temperatura de 90° C si los aislamientos son termoestables (XLPE, EPR), ó de 70° C si son termoplásticos (PVC, PE). En consecuencia, cualquier coeficiente reductor aplicable a la instalación, por ejemplo: cables expuestos al sol (coeficiente 0,9), hace disminuir directamente la capacidad máxima original en un 10%. Es frecuente que en las instalaciones existan, por diversos motivos, varios coeficientes que una vez aplicados nos determinarán tomar cables de mayor sección que la prevista en un principio.

Por otra parte, también debemos ponderar en un estudio económico que cuando un cable eleva su temperatura en servicio por efecto Joule, estamos gastando gran cantidad de energía en kW/h bajo forma calorífica. Es evidente que entonces es preferible acudir a cables de mayor sección; el incremento en la inversión se amortizará en muy poco tiempo.

## 8.2 INTENSIDADES MÁXIMAS

### ADMISIBLES EN SERVICIO PERMANENTE

#### (UNE 20460-5-523)

#### CABLES TENSIÓN NOMINAL: 0.6/1 kV

TABLA 6

INSTALACIÓN AL AIRE (Temperatura del aire: 40° C) TEMPERATURA MÁXIMA DEL CONDUCTOR: 90° C CABLES AISLADOS CON POLIETILENO RETICULADO (XLPE)						
SECCIÓN mm <sup>2</sup>	Nº CONDUCTORES DE COBRE			Nº CONDUCTORES DE ALUMINIO		
	UNO*	DOS	TRES	UNO*	DOS	TRES
1,5	21	24	20	-	-	-
2,5	29	33	26,5	22	25	20
4	38	45	36	29	35	27,5
6	48	57	46	38	45	36
10	68	79	65	53	61	50
16	91	105	87	70	83	66
25	116	123	110	88	94	84
35	144	154	137	109	117	104
50	175	188	167	133	145	127
70	224	244	214	170	187	162
95	271	296	259	207	230	197
120	314	348	301	239	269	228
150	363	404	353	277	312	264
185	415	464	391	316	359	301
240	490	552	468	372	429	355
300	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	-

Si existen condiciones especiales en la instalación, en la elección de la sección deben aplicarse factores de corrección.

\* Se consideran 3 conductores cargados.



## INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES

### EN SERVICIO PERMANENTE

#### (UNE 20460-5-523)

#### CABLES TENSIÓN NOMINAL: 0.6/1 kV

TABLA 7

INSTALACIÓN ENTERRADA (Temperatura del terreno: 25° C) Resistividad térmica del terreno: 2,5 K·m/W TEMPERATURA MÁXIMA DEL CONDUCTOR: 90° C CABLES AISLADOS CON POLIETILENO RETICULADO (XLPE)				
SECCIÓN mm <sup>2</sup>	Nº CONDUCTORES DE COBRE		Nº CONDUCTORES DE ALUMINIO	
	DOS	TRES	DOS	TRES
1,5	24,5	21	-	-
2,5	32,5	27,5	24,5	21
4	42	35	32,5	27,5
6	53	44	40	34
10	70	58	53	45
16	91	75	70	58
25	116	96	89	74
35	140	117	107	90
50	166	138	126	107
70	204	170	156	132
95	241	202	185	157
120	275	230	211	178
150	311	260	239	201
185	348	291	267	226
240	402	336	309	261
300	455	380	349	295
400	-	-	-	-
500	-	-	-	-
630	-	-	-	-

Si existen condiciones especiales en la instalación, en la elección de la sección deben aplicarse factores de corrección. Circuitos con cables unipolares según UNE-20460-5-523 se puede tomar los valores de las columnas "DOS" o "TRES" en función del número de cables unipolares cargados del circuito en cuestión.

## 8.3 CABLES INSTALADOS AL AIRE

### FACTORES DE CORRECCIÓN

#### CABLES INSTALADOS AL AIRE EN AMBIENTES DE TEMPERATURA DISTINTA DE 40°C.

Coeficientes de corrección para temperatura ambiente distinta de 40°C.

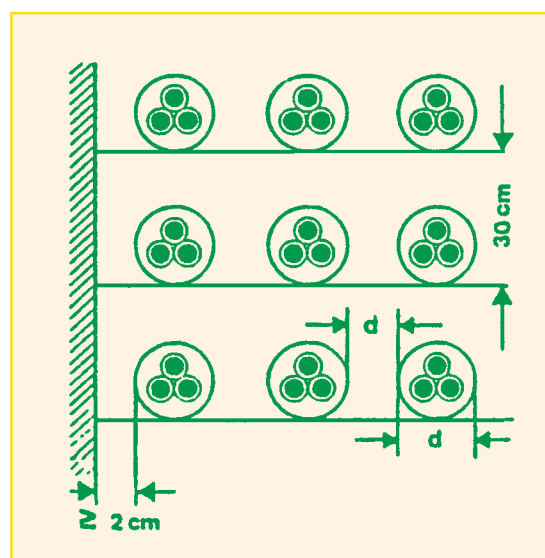
TEMPERATURA	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Cables aislados con PVC	1,35	1,29	1,22	1,15	1,08	1,00	0,91	0,81	0,71	-0,58
Cables aislados con XLPE, EPR	1,22	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,90	0,84	0,77

#### CABLES INSTALADOS AL AIRE EN CANALES O GALERÍAS.

Se observa que en ciertas condiciones de instalación (en canalillos, galerías, etc.), el calor disipado por los cables no puede difundirse libremente y provoca un aumento de la temperatura del aire. De la magnitud de este aumento dependen muchos factores y debe ser determinado en cada caso. Para valoración aproximada, debe tenerse presente que la sobre elevación de temperatura es del orden de 15°C; la intensidad admisible en las condiciones de régimen deberá, por lo tanto, reducirse con los coeficientes de la tabla anterior.

#### CABLES TRIFÁSICOS O TERNAS DE CABLES INSTALADOS AL AIRE Y AGRUPADOS.

Cables trifásicos o ternas de cables tendidos sobre bandejas continuas (la circulación del aire es restringida), con separación entre cables igual a un diámetro "d". Distancia de la pared > 2 cm.





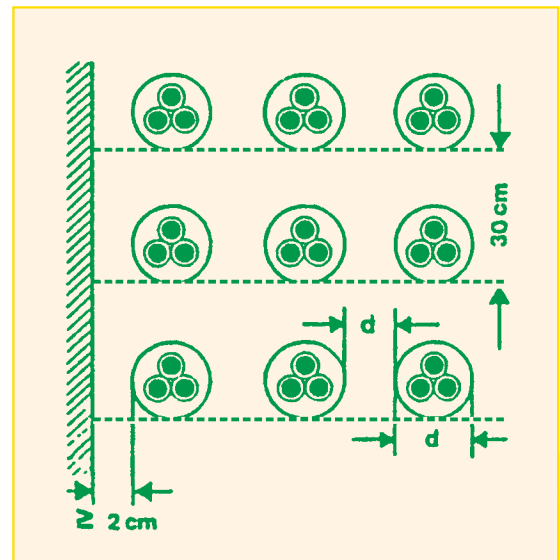
### FACTORES DE CORRECCIÓN

NÚMERO DE BANDEJAS	NÚMERO DE CABLES O TERNAS			
	1	2	3	6
1	0,95	0,90	0,88	0,85
2	0,90	0,85	0,83	0,81
3	0,88	0,83	0,81	0,79
6	0,86	0,81	0,79	0,77

Nota: Cuando la separación entre cables sea igual o mayor a "2d", no se precisa corrección.

### CABLES TRIFÁSICOS O TERNAS DE CABLES TENDIDOS SOBRE BANDEJAS PERFORADAS CON SEPARACIÓN DE CABLES IGUALES A UN DIÁMETRO "d".

Distancia de la pared > 2 cm.



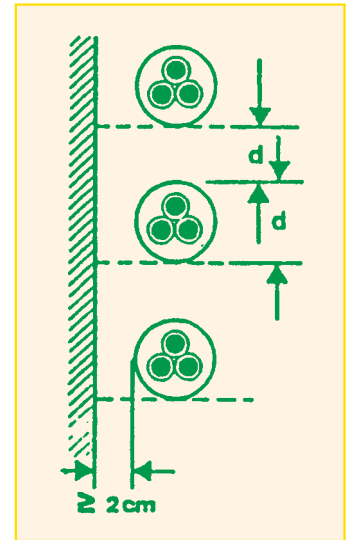
### FACTORES DE CORRECCIÓN

NÚMERO DE BANDEJAS	NÚMERO DE CABLES O TERNAS				
	1	2	3	6	9
1	1	0,98	0,96	0,93	0,92
2	1	0,95	0,93	0,90	0,89
3	1	0,94	0,92	0,89	0,88
6	1	0,93	0,90	0,87	0,86

Nota: Cuando la separación entre cables sea igual o mayor a "2d", no se precisa corrección.

## CABLES TRIFÁSICOS O TERNAS DE CABLES TENDIDOS SOBRE LA PARED, CON SEPARACIÓN DE CABLES IGUALES A UN DIÁMETRO "d".

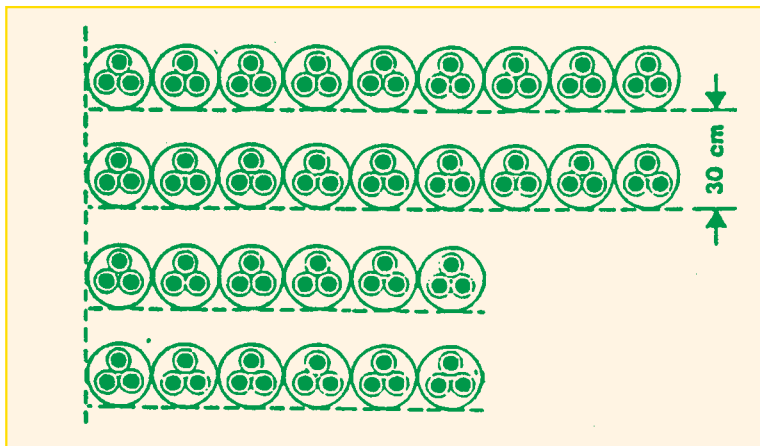
Distancia de la pared > 2 cm.



### FACTORES DE CORRECCIÓN

NÚMERO DE CABLES O TERNAS			
1	2	3	6
1	0,93	0,90	0,87

Nota: Cuando la separación entre cables sea igual o mayor a "2d", no se precisa corrección.



**CABLES TRIFÁSICOS O TERNAS DE CABLES EN CONTACTO ENTRE SÍ Y CON LA PARED, TENDIDOS SOBRE BANDEJAS CONTINUAS O PERFORADAS (LA CIRCULACIÓN DEL AIRE ES RESTRINGIDA).**

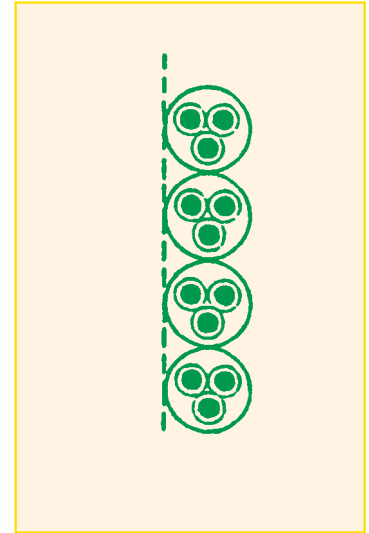
### FACTORES DE CORRECCIÓN

NÚMERO DE BANDEJAS	NÚMERO DE CABLES O TERNAS		
	2	3	6
1	0,84	0,80	0,75
2	0,80	0,76	0,71
3	0,78	0,74	0,70
6	0,76	0,72	0,68



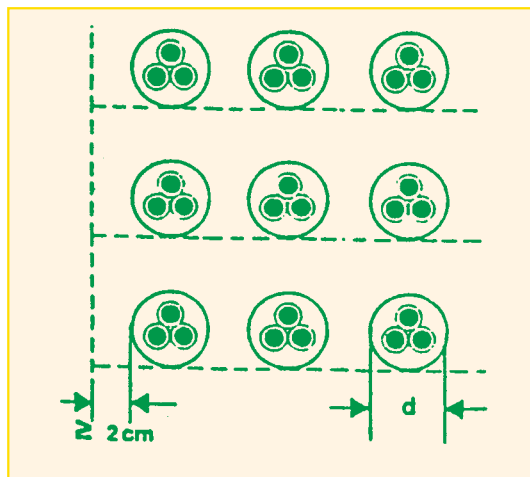


## CABLES TRIFÁSICOS O TERNAS DE CABLES EN CONTACTO ENTRE SÍ DISPUESTOS SOBRE ESTRUCTURAS O SOBRE LA PARED.



### FACTORES DE CORRECCIÓN

NÚMERO DE CABLES O TERNAS			
1	2	3	6
0,85	0,78	0,73	0,68



**AGRUPACIÓN DE CABLES TRIFÁSICOS O TERNAS DE CABLES, CON UNA SEPARACIÓN INFERIOR A UN DIÁMETRO Y SUPERIOR A UN CUARTO DE DIÁMETRO, SUPONIENDO SU INSTALACIÓN SOBRE BANDEJA PERFORADA, ES DECIR, DE FORMA QUE EL AIRE PUEDA CIRCULAR LIBREMENTE ENTRE LOS CABLES.**

### FACTORES DE CORRECCIÓN

NÚMERO DE CABLES COLOCADOS VERTICALMENTE	NÚMERO DE CABLES O TERNAS			
	1	2	3	>3
1	1,00	0,93	0,87	0,83
2	0,89	0,83	0,79	0,75
3	0,80	0,76	0,72	0,69
más de 3	0,75	0,70	0,66	0,64

## CABLES EXPUESTOS DIRECTAMENTE AL SOL.

El coeficiente de corrección que deberá aplicarse en un cable expuesto al sol es muy variable. Se recomienda 0,90.

## 8.4 CABLES ENTERRADOS

### FACTORES DE CORRECCIÓN

#### CABLES ENTERRADOS CON TEMPERATURA DEL MISMO DISTINTA DE 25°C.

Coeficiente de corrección para temperatura ambiente distinta de 25°C.

TEMPERATURA	10	15	20	25	30	35	40	45	50
CABLES AISLADOS CON PVC	1,15	1,10	1,05	1	0,94	0,88	0,81	0,74	0,66
CABLES AISLADOS CON XLPE, EPR	1,11	1,07	1,04	1	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78

#### CABLES DIRECTAMENTE ENTERRADOS O EN CONDUCCIONES ENTERRADAS EN TERRENOS DE RESISTIVIDAD TÉRMICA DISTINTA DE 150°C POR cm/w.

RESISTIVIDAD TÉRMICA DEL TERRENO °C cm/W	80	100	120	150	200	250	
COEFICIENTE DE CORRECCIÓN	UNIPOLARES	1,28	1,18	1,09	1	0,88	0,80
	TRIPOLARES	1,23	1,15	1,08	1	0,90	0,82

#### CABLES TRIFÁSICOS O TERNAS DE CABLES AGRUPADOS BAJO TIERRA

##### FACTORES DE CORRECCIÓN

DISPOSICIÓN DE LOS CABLES	2	3	4	5	6	8	10	12
CON SEPARACIÓN DE UNOS 7 CM (ESPESOR DE UN LADRILLO)	0,85	0,75	0,68	0,64	0,60	0,56	0,53	0,50
EN CONTACTO	0,80	0,70	0,64	0,60	0,56	0,53	0,50	0,47



## CABLES ENTERRADOS EN ZANJA A DIFERENTES PROFUNDIDADES

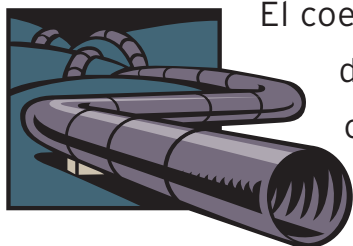
Para un cable tripolar o una terna de cables directamente enterrada, la intensidad admisible vendrá corregida por la aplicación de un coeficiente de corrección en función de la profundidad de instalación. En la tabla se relacionan los coeficientes a aplicar partiendo de una profundidad de instalación tipo, de 70 cm. o de 100 cm. Se recomienda que se instale un cable unipolar o tripolar por tubo. La relación del diámetro del tubo respecto al del cable será igual o superior a 2. Cuando sea necesario instalar una terna por tubo, la relación entre el diámetro del tubo y el diámetro aparente de la terna deberá ser igual o superior a 2.

Profundidad de instalación (m)	0,4	0,5	0,6	0,7	0,80	0,90	1,00	1,20
Factor de corrección	1,03	1,02	1,01	1	0,90	0,98	0,97	0,95

## CABLES ENTERRADOS EN ZANJA, EN EL INTERIOR DE TUBOS O SIMILARES, DE CORTA LONGITUD

Se entiende por corta longitud, instalaciones tubulares que no superen longitudes de 15 m (cruzamiento de caminos, carreteras, etc.). En este caso, no será necesario aplicar un coeficiente corrector de intensidad.

## CABLES ENTERRADOS EN ZANJA, EN EL INTERIOR DE TUBOS O SIMILARES, DE GRAN LONGITUD



El coeficiente de corrección que deberá aplicarse a estos cables dependerá del tipo de agrupación empleado y variará para cada cable según esté colocado en un tubo central o en la periferia. Cada caso deberá estudiarse individualmente.

Se recomienda que se instale un cable unipolar o tripolar por tubo. La relación del diámetro del tubo respecto al del cable será igual o superior a 2. Cuando sea necesario instalar una terna por tubo, la relación entre el diámetro del tubo y el diámetro aparente de la terna deberá ser igual o superior a 2. Orientativamente, se recomienda aplicar un coeficiente corrector de 0,8 en el caso de una línea con cable tripolar o con una terna de cables unipolares en el interior de un mismo tubo. Si se trata de una línea con tres cables unipolares situados en sendos tubos, podrá aplicarse un coeficiente corrector de 0,9.

## 8.5 CORTOCIRCUITOS

### GENERALIDADES

Las redes eléctricas deben ser capaces de soportar sin daño permanente, no solamente las corrientes de trabajo, sino también las intensas corrientes que se producen en condiciones de defecto (cortocircuito) en la propia red o en los receptores de ella conectados. Estas corrientes son de corta duración (algunos segundos, como máximo), y desaparecen al actuar los dispositivos de protección que deben existir para estos efectos, pero a pesar de ello, su efecto térmico puede ser muy importante por el hecho de ser la intensidad en estas condiciones, un múltiplo elevado de la de trabajo normal y depender la producción de calor por unidad de tiempo del cuadrado de la intensidad de la corriente. En las redes trifásicas los cortocircuitos pueden ser de diversos tipos, dependiendo de los conductores que entran en contacto accidental. En la mayoría de puntos de un sistema eléctrico, el caso mas desfavorable es el cortocircuito trifásico franco, en el sentido de que en él se desarrollan las intensidades más elevadas.

Sólo en situaciones muy cercanas a generadores o transformaciones con neutro rígidamente conectado a tierra puede ser superior la intensidad de defecto monofásico o bifásico a la del trifásico. La intensidad en este último tipo (trifásico) es, por otra parte, la más fácilmente calculable, ya que corresponde a un estado simétrico en la red, mientras que en los casos no simétricos resulta necesario el uso de métodos más complejos para el cálculo (método de las componentes simétricas. método de las componentes de Clarke, etc.).

El cálculo de la corriente de cortocircuito en general, no es tema de este catálogo, no obstante para el caso de un cortocircuito tripolar, puede darse la forma de cálculo de la sección del conductor adecuada.

### CORTOCIRCUITO TRIPOLAR

La corriente del cortocircuito es necesaria para determinar las sollicitaciones térmicas y mecánicas a que van a estar sometidas las instalaciones y por tanto, los cables. Para determinar las sollicitaciones térmicas debe tenerse en cuenta el tiempo de sollicitación y el desarrollo de la corriente en la forma más completa



posible, tanto mejor, cuanto más breve sea la duración prevista del fenómeno. El desarrollo de la corriente depende de la corriente de cortocircuito permanente en el punto considerado, de las reactancias subtransitoria, transitoria y sincrónica del cortocircuito en cuestión, y el momento en que se produce.

En definitiva, para las solicitaciones térmicas se precisa la corriente eficaz equivalente térmica del fenómeno.

$$I^2 = \frac{\int_0^t i^2 dt}{t}$$

Para los valores de t del orden de la 1,5 segundos basta considerar la corriente de cortocircuito permanente. La corriente permanente simétrica de cortocircuito tripolar, en valor eficaz, puede ser calculada en base a la siguiente fórmula.

$$I_{cc} = \frac{P_{cc}}{\sqrt{3}U}$$

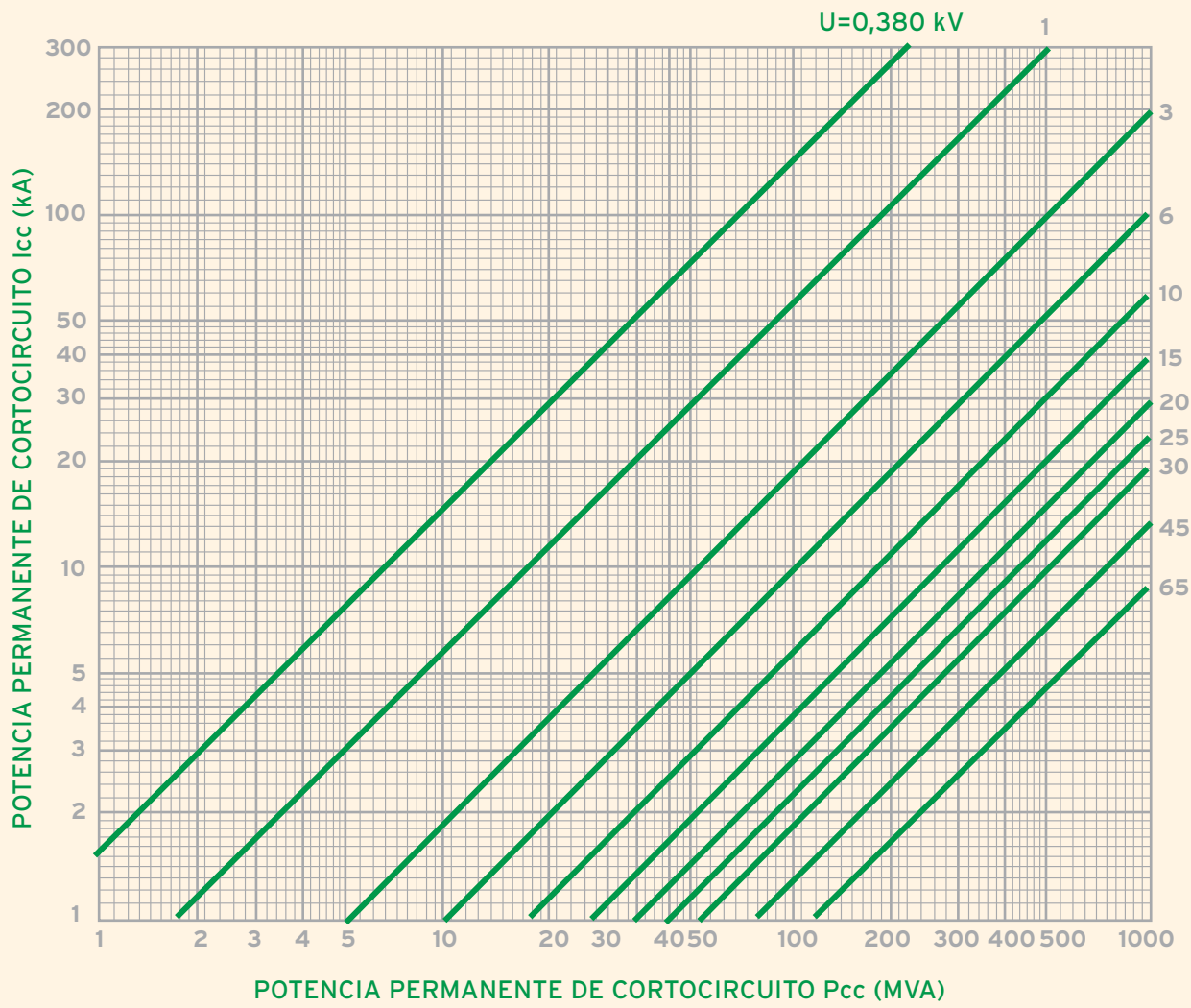
$P_{cc}$  = Potencia permanente de cortocircuito.

$U$  = Tensión nominal entre fases.

Esta fórmula nos viene reflejada en el gráfico 1 para el campo de aplicación normal de nuestros cables.

Las solicitaciones dinámicas son proporcionales al cuadrado del impulso de corriente de cortocircuito (valor de cresta): este valor dependiente de las reactancias citadas y del momento del cortocircuito, suele considerarse, para los casos más severos igual a  $1,8 \sqrt{2} I_{cc}$ . Las solicitaciones dinámicas someten a los cables y terminales a elevados esfuerzos mecánicos. En cables tripolares, estos esfuerzos son absorbidos por el efecto del cableado, cubierta o armaduras. Los cables unipolares deben fijarse adecuadamente a lo largo de tendido.

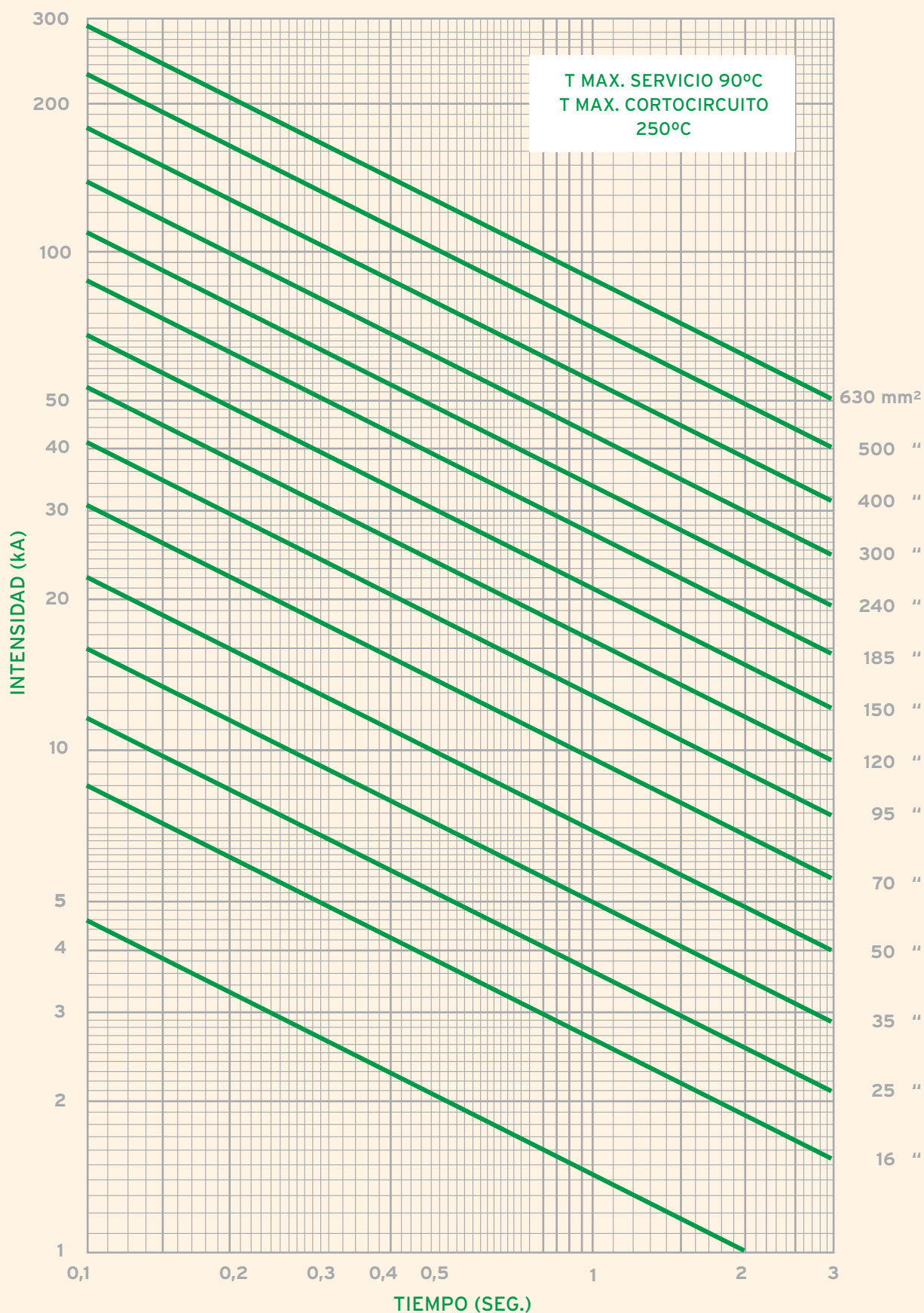
# GRÁFICO 1





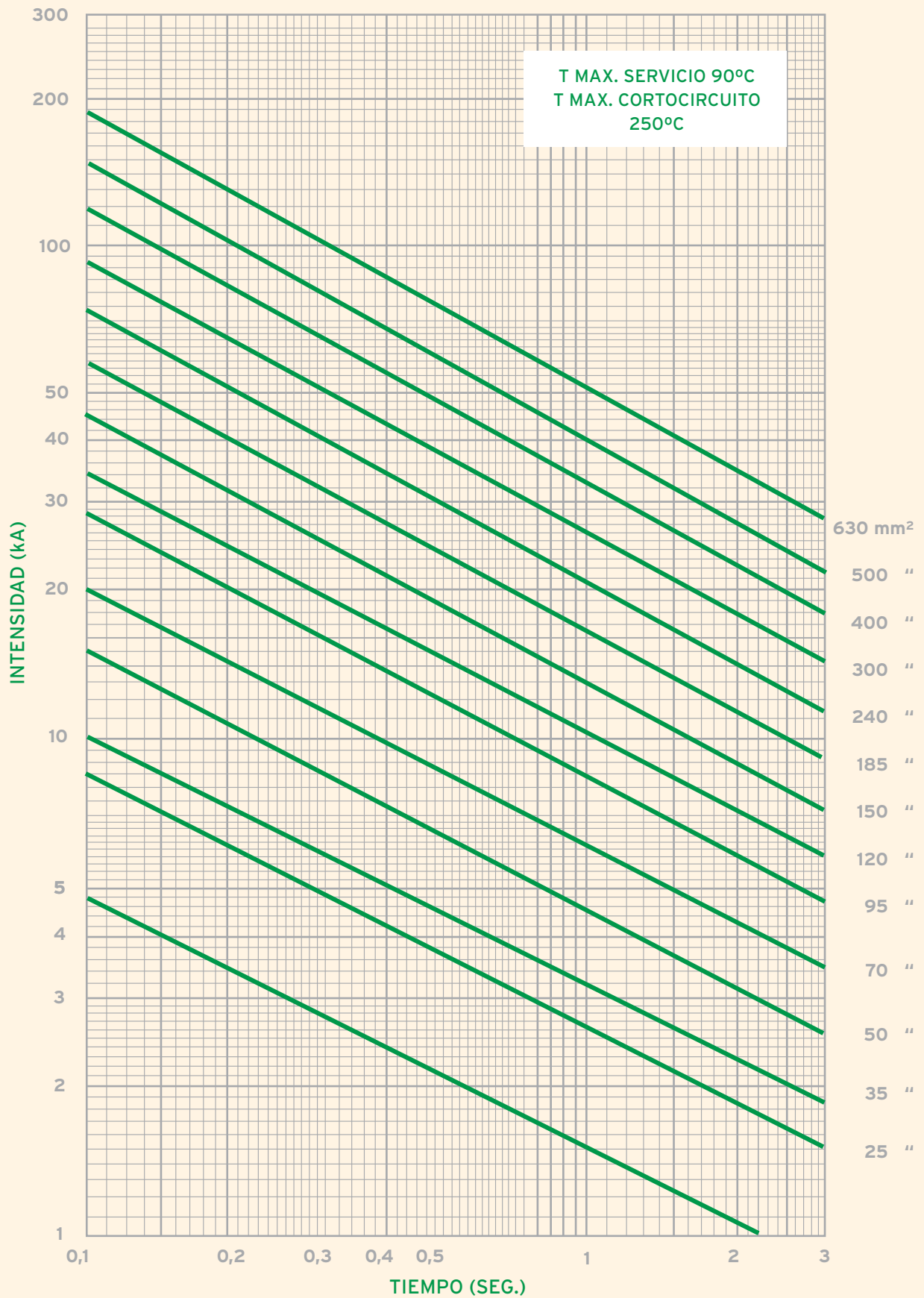
## GRÁFICO 2

INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLE EN LOS  
CONDUCTORES DE LOS CABLES VULPREN Y HERSATENE (CONDUCTORES DE COBRE)



### GRÁFICO 3

INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLE EN LOS CONDUCTORES DE LOS CABLES VULPREN Y HERSATENE (CONDUCTORES DE ALUMINIO)







## CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN EL CONDUCTOR

En los gráficos 2 y 3 se expresan las intensidades de cortocircuito admisibles por los cables: VULPREN y HERSATENE con conductores de cobre o aluminio, en función del tiempo en segundos de duración del cortocircuito y de la sección nominal del conductor. Estas intensidades han sido calculadas suponiendo:

1. Fenómeno de duración limitada
2. La temperatura antes del cortocircuito, es la máxima admisible en régimen permanente, para cada tipo de aislamiento.
3. La temperatura al final del cortocircuito es la máxima admisible por el aislamiento para este régimen
4. Todo el calor generado se acumula en la masa del conductor incrementando su temperatura y por consiguiente el que se transmite al exterior es nulo (proceso adiabático). En estas condiciones se puede aplicar la fórmula:

$$I_{cc} = S \frac{C}{\sqrt{t}}$$

$I_{cc}$  = Corriente de cortocircuito admisible, en A

$S$  = Sección del conductor en mm<sup>2</sup>

$t$  = Tiempo de duración del cortocircuito, en seg.

$C$  = Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de sus temperaturas al inicio y final del cortocircuito

CONDUCTOR	VALORES DE C
	AISLAMIENTO
	EPR Y XLPE
Cu	141,8
Al	92,8